

## Sainte Adresse (76)

### Plan de Prévention des Risques Mouvement de terrain

#### Caractérisation et cartographie des aléas



# Sainte-Adresse – PPR Mouvement de terrain


## Caractérisation et cartographie des aléas

### Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	28/05/19	Rédaction et relecture DDTM76

### Affaire suivie par

<b>Reynald FLAHAUT</b> - Département Laboratoire Régional de Rouen – Unité Environnement Risques Naturels
Tél. : 02 35 68 89 16
Courriel : <a href="mailto:reynald.flahaut@cerema.fr">reynald.flahaut@cerema.fr</a>
<b>Site de Grand-Quevilly</b> : Cerema Normandie-Centre

Rapport	Nom	Date	Visa
Établi par	Reynald FLAHAUT	28/05/19	
Avec la participation de			
Contrôlé par	Arnaud LAUBU	04/06/19	

## Table des matières

<b>A.Contextes de la zone d'étude du PPR.....</b>	<b>4</b>
I.Contexte géographique.....	4
II.Contexte géomorphologique.....	5
III.Contexte géologique et hydrogéologique.....	6
IV.Contexte climatique et hydro-géologique.....	9
<b>B.Les phénomènes mouvements de terrain.....</b>	<b>10</b>
I.Glislements de terrain, fluage et coulées de boue associées.....	11
a.Définitions.....	11
b.Facteurs d'apparitions.....	12
II.Éboulements rocheux, chute de blocs et de pierres.....	13
a.Définition.....	13
b.Facteurs d'apparitions.....	15
III.Recul du trait de cote.....	16
a.Définition.....	16
b.Mécanisme.....	17
<b>C.Méthodologie.....</b>	<b>20</b>
I.La carte informative des phénomènes naturels.....	20
II.La carte des aléas.....	26
a.Principes généraux.....	26
b.Qualification de l'aléa.....	27
i.Qualification et cartographie de l'aléa glissements de terrain, fluage et coulées de boue associées (G).....	27
ii.Qualification et cartographie de l'aléa éboulement rocheux, chute de blocs et de pierres (P).....	31
iii.Qualification et cartographie de l'aléa recul du trait de côte.....	33

### **Bibliographie :**

- 1- Les Glissements de terrain du Nice Havrais, Sinelle, CNAM, 1989
- 2- Guide Méthodologique Plan de Prévention des Risques Littoraux, MEDD, 2013
- 3- Le Risque Naturel Côtier sur la communauté d'agglomération du Havre, Elineau, Université du Havre, 2013
- 4- Évaluation des Risques de mouvement de terrain sur la commune de Sainte Adresse, Boudesseul, DESS Génie Littoral Caen, 2002

## A. Contextes de la zone d'étude du PPR

### I. Contexte géographique

Le périmètre d'étude correspond aux limites administratives de la commune de Sainte-Adresse (Seine Maritime).

La Commune de Sainte-Adresse est située sur le rivage de la Manche à l'Ouest du département de la Seine-Maritime. Le territoire communal est limité au Nord, et à l'Est par la commune du Havre. Les limites Ouest et Sud correspondent à la façade maritime de la commune.

Cette façade, d'un linéaire total d'un peu plus de 2,5km, constitue une portion de la frange littorale occidentale du plateau du Pays de Caux, dont l'altitude maximale est de l'ordre d'une centaine de mètres. Un vallon marqué traverse la commune du Nord Ouest au Sud Est, le vallon d'Ignauval, entaillant le plateau.

La commune a une superficie de 2,29km<sup>2</sup> et compte environ 7400 habitants.

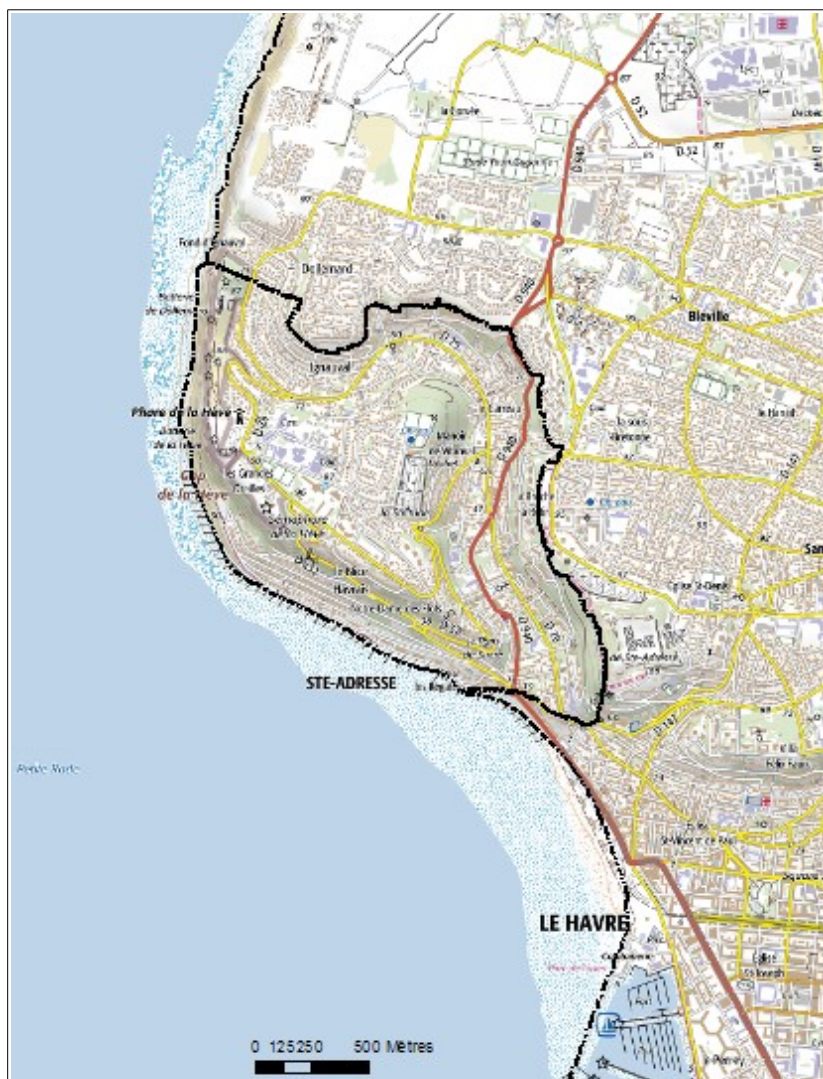


Figure 1: Localisation du périmètre d'étude  
(source : SCAN 25® - © IGN Paris – Reproduction interdite)

## II. Contexte géomorphologique

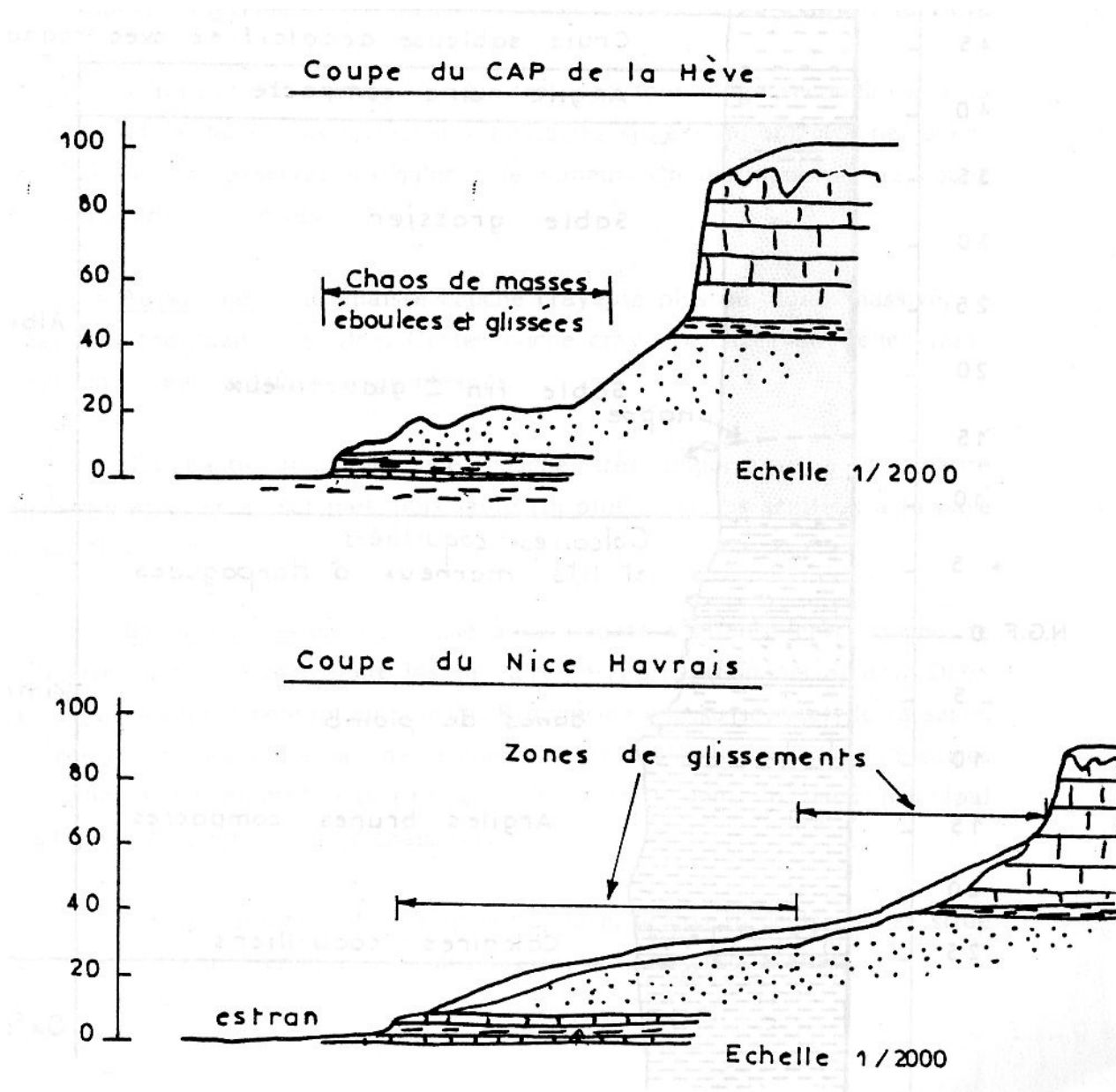
Le territoire d'étude présente une morphologie de plateau rocheux de bordure littorale. Ce plateau entaillé par un vallon, se transforme en versants plus ou moins pentus pour atteindre la mer.

Les altitudes varient de 0 mètres au niveau de la mer à 100m NGF.

La façade Ouest (environ 900m) est constituée par une falaise :

- comportant plusieurs pentes en lien avec la nature des terrains, 80 à 100 % pour la falaise et 22 à 40 % pour les masses éboulées en pied,
- schématiquement rectiligne et orientée Nord Sud.

La façade Sud-Sud Ouest est constituée par des terrains en pente forte (environ 25%) et est très urbanisée.



### III. Contexte géologique et hydrogéologique

La commune de Sainte Adresse se situe en bordure du Bassin sédimentaire de Paris. Les formations géologiques présentes se sont formées principalement par accumulation en couches de sédiments<sup>1</sup> au Crétacé (-100 Millions d'années environ). Localement, elles peuvent être recouvertes de formations dites « superficielles » datées du Quaternaire (très récentes à l'échelle géologique des temps). Les terrains rencontrés au niveau du plateau sont les suivants (du plus récent au plus ancien) :

- des argiles à silex, formations superficielles sur le plateau (environ 80 à 100 NGF), cette argile rouge s'observe aisément en haut de falaise,
- la craie jaunâtre à rubans de silex du Cénomanién (entre 45 et 80 NGF), cette craie est fracturée ce qui délimite des compartiments potentiellement instables, elle devient glauconieuse à sa base et constitue une couche de caractéristiques mécaniques médiocres en présence d'eau (couche « savon »),
- une couche d'argile compacte de quelques mètres (argile du Gault), formant un horizon imperméable,
- les sables de l'Albien - Aptien (entre 8 et 40 NGF), les variations de faciès de ces sables sont nombreuses ( plus ou moins clair, plus ou moins fins, plus ou moins argileux....),
- une alternance de bancs calcaires et de marnes noires du Kimméridgien (entre 0 et +8 NGF).

Ces formations géologiques sont sub-horizontales, on est en présence d'une structure monoclinale présentant un pendage très faible (<1%) vers le Nord Est.

La coupe synthétique ci-après (fig 4), ainsi que la carte géologique (fig 5) représentent les diverses formations géologiques rencontrées.

---

1 Sédiment : Dépôt de particules qui ont subi une érosion ou dépôt formé par précipitation de matière en suspension

COUPE SYNTHETIQUE DES TERRAINS AU NICE HAVRAIS

SAINTE ADRESSE

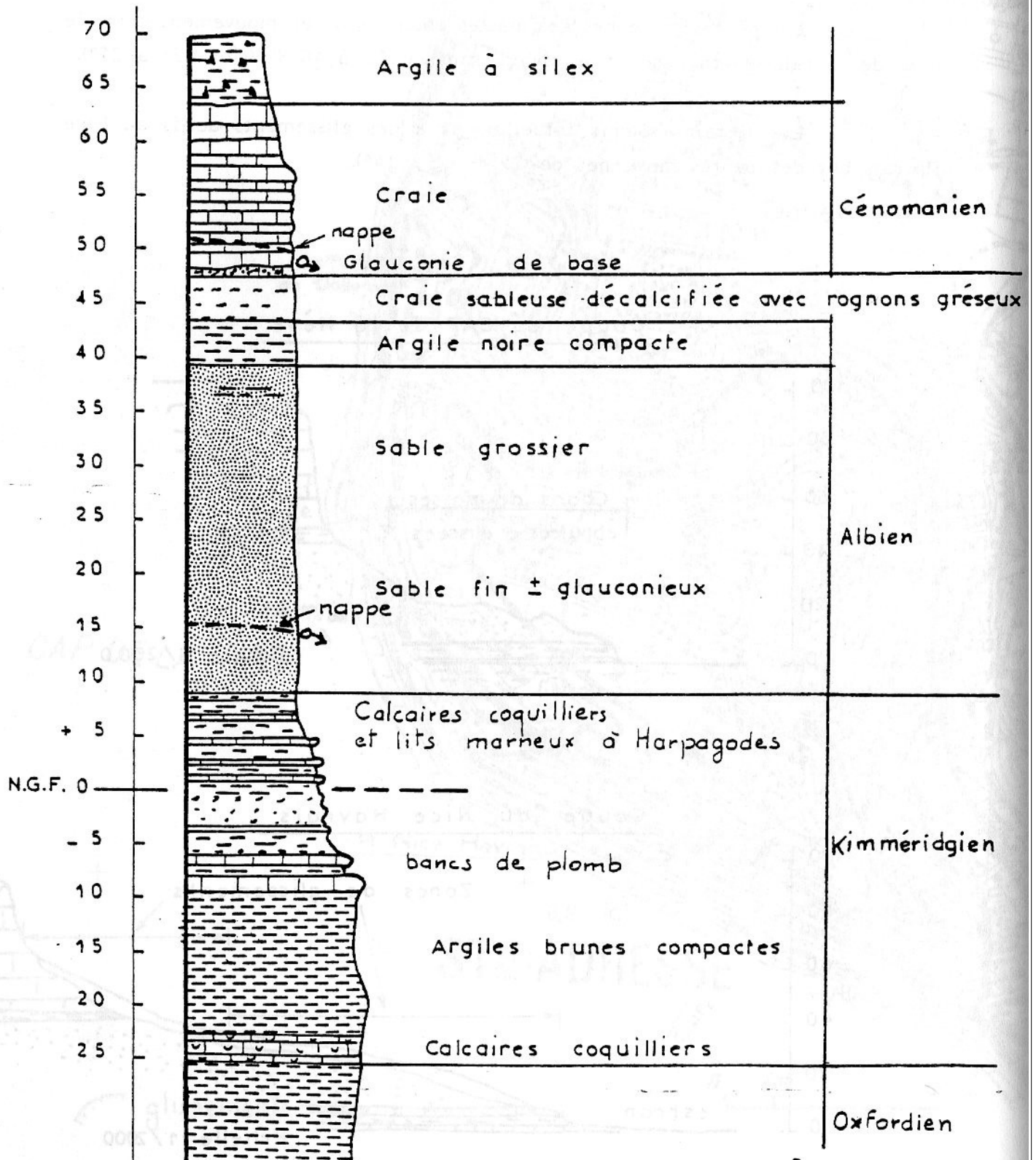


Figure 3: coupe géologique (extrait ref[1])

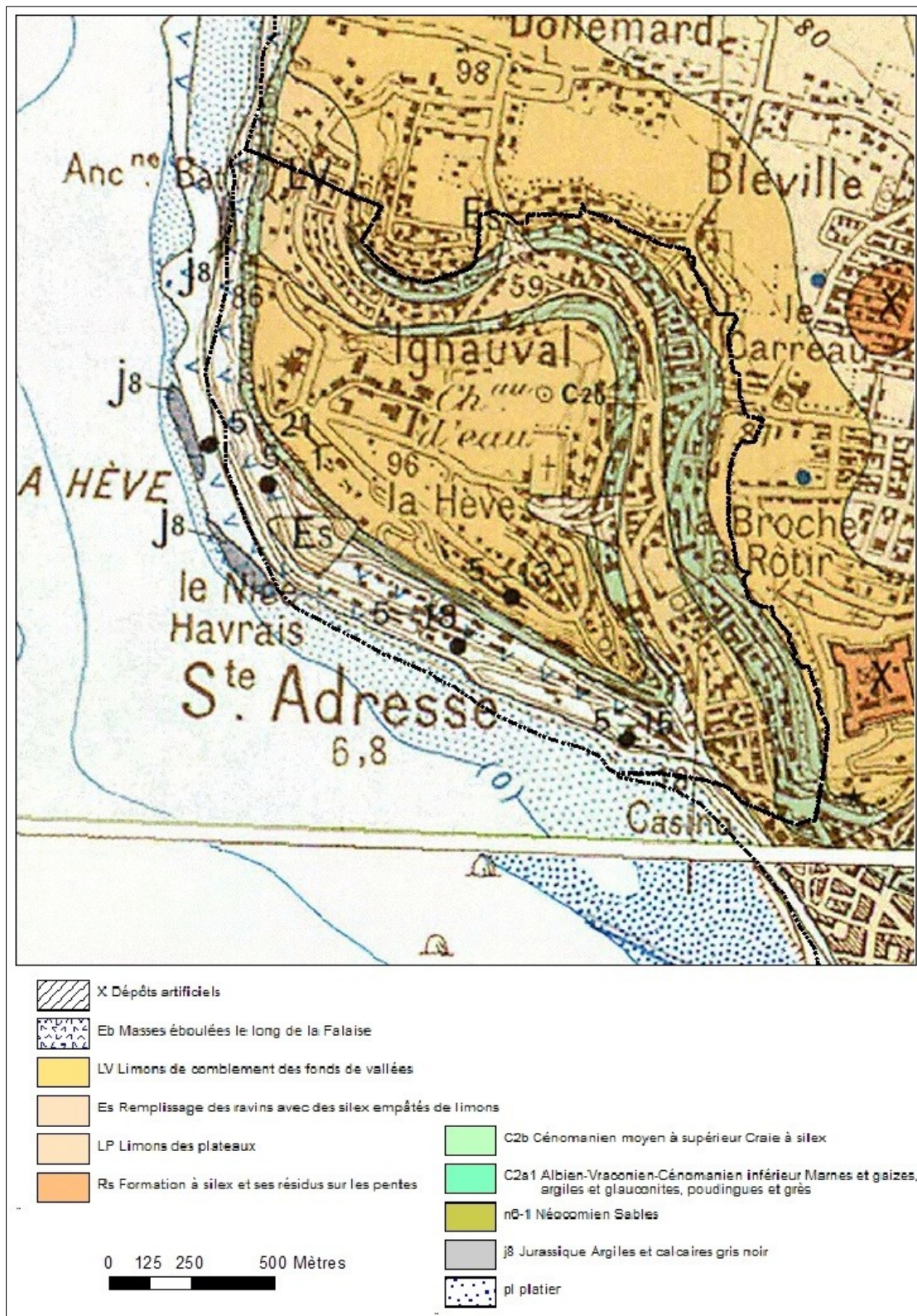


Figure 4: Extrait de la carte géologique du Havre 1/50 000 BRGM (source : scan geol – © BRGM 2001 – Autorisation n°2007/013 – Reproduction interdite)



## IV. Contexte climatique et hydro-géologique

Le climat de la zone d'étude est un climat de type tempéré océanique. Les précipitations (environ 700mm par an) ruissellent en surface et s'infiltrent dans les formations superficielles pour former des nappes<sup>2</sup>. On identifie 2 nappes phréatiques sur le secteur d'étude :

- la nappe de la craie au-dessus des argiles du Gault,
- la nappe des sables au-dessus des marnes du Kimméridgien.

La zone d'alimentation de la nappe de la craie est réduite par la présence du vallon d'Ignauval qui draine une partie des eaux de ruissellement et des eaux de cette nappe.

La nappe de la craie est à l'origine de sources visibles au niveau du Nice Havrais et dans le vallon d'Ignauval autour des côtes 40-45 NGF, sachant que le niveau de la nappe a été mesurée à 42m NGF au niveau du boulevard Félix Faure.

La nappe des sables est limitée par 2 niveaux imperméables (les marnes à la base et les argiles au sommet). Les points d'alimentation se trouvent dans des vallons suffisamment profonds qui entaillent les argiles du Gault. On trouve ce type de point dans le vallon d'Ignauval. Cette nappe apparaît elle aussi sous forme de source vers +10 NGF en contre-bas du Nice Havrais. Le niveau piézométrique de cette nappe se situe à environ 14m NGF.

Dans les zones éboulées et glissées, des petites nappes d'eau existent, la nappe de la craie alimentant la nappe des sables par débordement.

**Les circulations d'eau au sein des formations superficielles sont un facteur important de déclenchement des phénomènes de mouvements de terrain.**

---

<sup>2</sup> Nappes : Eaux souterraines situées à faible profondeur, remplissant complètement les interstices d'un terrain poreux et perméable appelé aquifère

## **B. Les phénomènes mouvements de terrain**

Les mouvements de terrain sont les manifestations du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles ou anthropiques.

Il existe plusieurs types de mouvements de terrain : affaissement, tassement, fluage, glissement, retrait gonflement des argiles, effondrement, chute de pierres ou de blocs, éboulement...

Compte tenu de la nature des phénomènes historiques connus sur la commune de Sainte Adresse, le PPR prescrit traite des phénomènes de 3 types :

- glissements de terrain, fluage et coulées de boue associées,
- éboulements rocheux, chute de blocs et de pierre,
- recul du trait de cote associé aux phénomènes d'éboulement pour la façade littorale.

# I. Glissements de terrain, fluage et coulées de boue associées

## a. Définitions

**Les glissements de terrain** se caractérisent par un déplacement généralement lent d'une masse de terrain cohérente le long d'une surface de rupture. Cette surface se situe à une profondeur qui peut varier de quelques mètres à quelques dizaines, voire quelques centaines de mètres dans les cas exceptionnels. Les volumes de terrain mis en jeu sont alors considérables. Les vitesses d'avancement du terrain peuvent varier fortement de quelques millimètres par an (quasi-stabilité), à quelques mètres par jour, lors des périodes les plus actives (« rupture »).

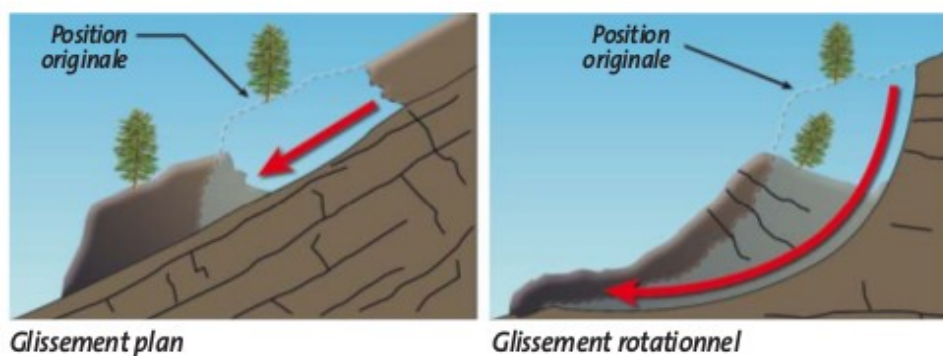


Figure 5: Schémas de principe des glissements plan et rotationnel (source : observatoire régional du risque PACA)

Le secteur d'étude est concerné par un grand glissement de terrain au niveau du Nice Havrais.

**Le fluage** est un mouvement lent de matériaux plastiques (« souples ») sur une pente faible. Il résulte d'une déformation gravitaire continue d'une masse de terrain non limitée par une surface de rupture clairement identifiée.

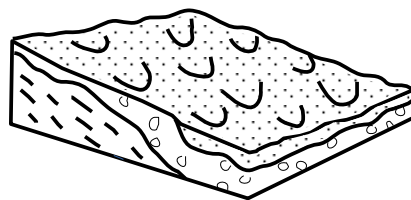


Figure 6: Schéma de principe du fluage (d'après Varnes 1978)

**Les coulées de boues** sont des mouvements rapides de matériaux remaniés à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuses. Elles sont souvent présentes en partie aval de glissement de terrain. Elles peuvent aussi se déclencher lors de très fortes pluies qui vont faire augmenter la teneur en eau des terrains superficiels.

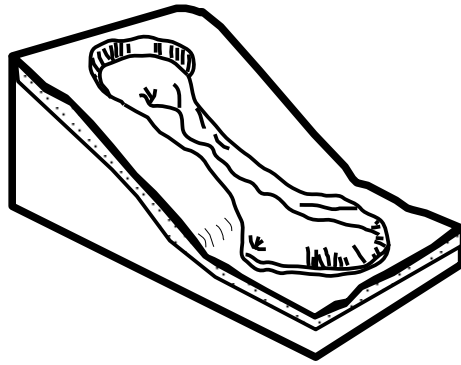


Figure 7: Schéma de principe d'une coulée de boue (d'après Varnes 1978)

Les mouvements de terrain peuvent être la combinaison de plusieurs de ces phénomènes.

Les mécanismes de ces mouvements de terrain peuvent être complexes (plusieurs glissements imbriqués) comme le montre le profil du glissement du Nice Havrais.

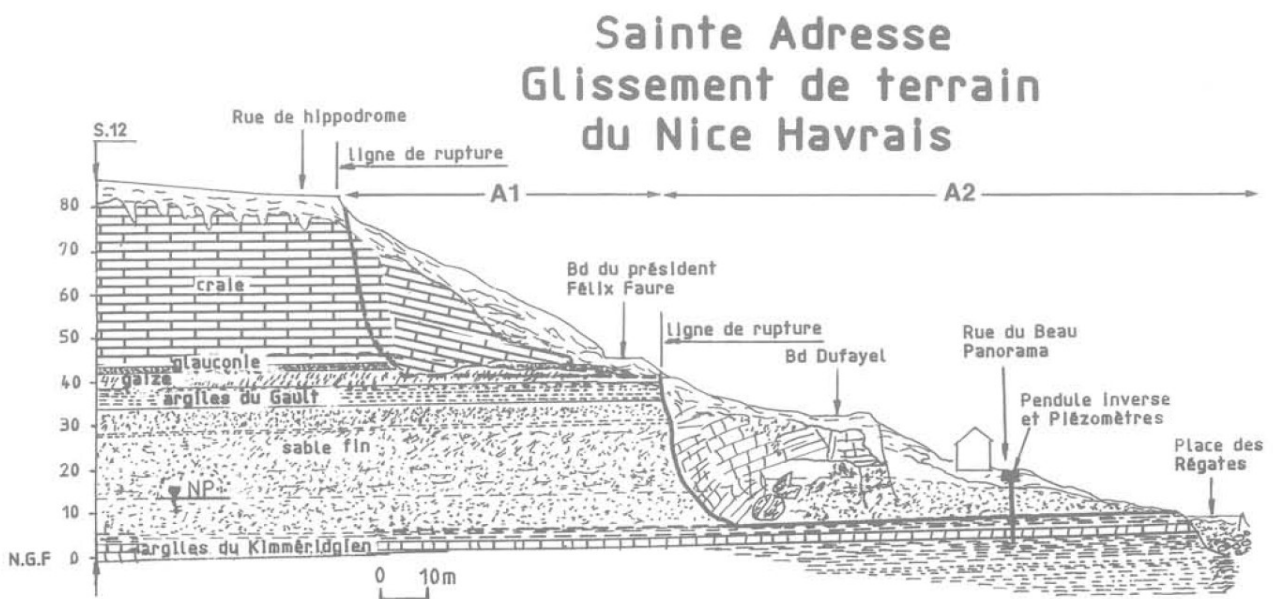


Fig. 2. — Schémas des glissements de terrains.

Figure 8: Coupe des glissements du nice Havrais d'après Sinelle (1989)

## b. Facteurs d'apparitions

Tous les phénomènes de glissement de terrain, fluage et coulées de boue associées sont dépendants de deux facteurs principaux :

- la géologie des terrains ;
- la présence d'eau dans les terrains.

Ils peuvent également être favorisés ou déclenchés par :

- l'érosion naturelle du pied du glissement ;
- les actions anthropiques : apport d'une charge en tête du versant, décharge en pied du versant, rejet d'eau, pratique culturale, déboisement...

## II. Éboulements rocheux, chute de blocs et de pierres

### a. Définition

Les chutes de masses rocheuses font partie des mouvements de terrain dits « rapides, discontinus et brutaux » qui résultent de l'action de la pesanteur sur des matériaux rigides et fracturés. La formation géologique de la craie du Cénomanién qui arme la falaise littorale et la partie haute du Nice Havrais correspond à ce type de matériau.

Usuellement, les phénomènes suivants sont distingués en fonction du volume mobilisé :

- **les pierres** d'un volume inférieur à  $1 \text{ dm}^3$ ,
- **les blocs** d'un volume compris entre  $1 \text{ dm}^3$  et  $1 \text{ m}^3$ ,
- **les gros blocs** d'un volume supérieur à  $1 \text{ m}^3$ .

Selon le volume total éboulé, on parle de :

- **chutes de pierres ou de blocs** pour un volume total inférieur à la centaine de  $\text{m}^3$
- **éboulements en masse** pour un volume allant de quelques centaines de  $\text{m}^3$  à quelques centaines de milliers de  $\text{m}^3$ .
- **éboulements (ou écroulements) en grandes masses** pour les volumes supérieurs au million de  $\text{m}^3$ .

Le caractère soudain et souvent imprévisible de ces instabilités rocheuses en fait des phénomènes dangereux pour les vies humaines, même dans le cas de chutes de pierres. Les plus gros volumes peuvent causer des dommages importants aux structures.

Les modes de rupture les plus courants des éboulements de volumes rocheux importants sont :

- la rupture de pied (*cf.* Figure 9) ;
- la rupture par basculement de colonnes ou de blocs, par appel au vide (*cf.* Figure 10) ;
- la rupture en traction, par décollement d'une dalle du toit d'un surplomb (*cf.* Figure 11).

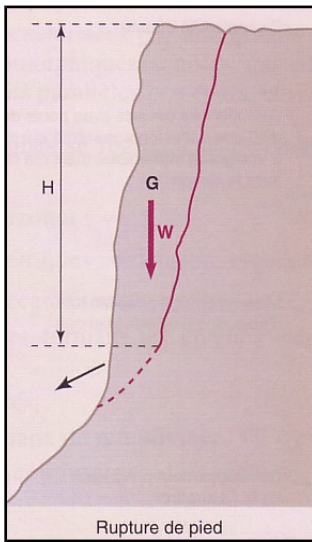


Figure 9: rupture de pied (source LCPC)

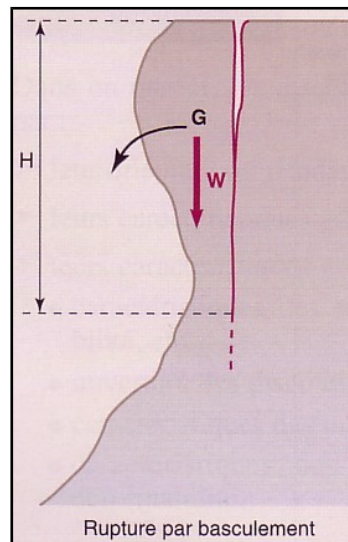


Figure 10: rupture par basculement (source LCPC)

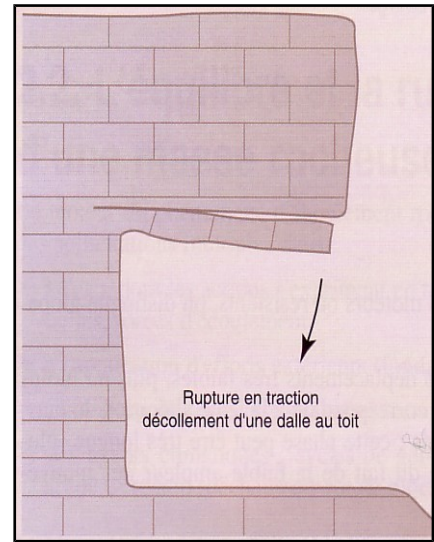


Figure 11: rupture en traction (source LCPC)

Dans le secteur d'étude du PPR, les phénomènes connus ou potentiels retenus sont les chutes de pierres ou de blocs pour la falaise située au niveau de l'extrémité Ouest du Nice havrais, et les éboulements en masse pour la falaise littorale.

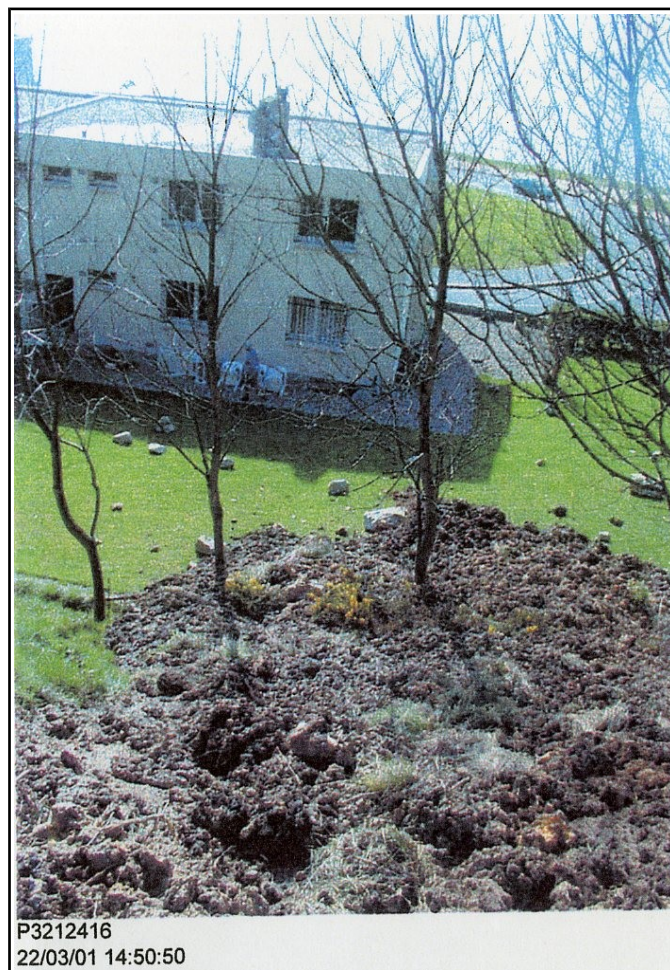


Figure 12: chute de blocs secteur du Bout du Monde – mars 2001 (Source : Affaire CETE 6479 - 2001)

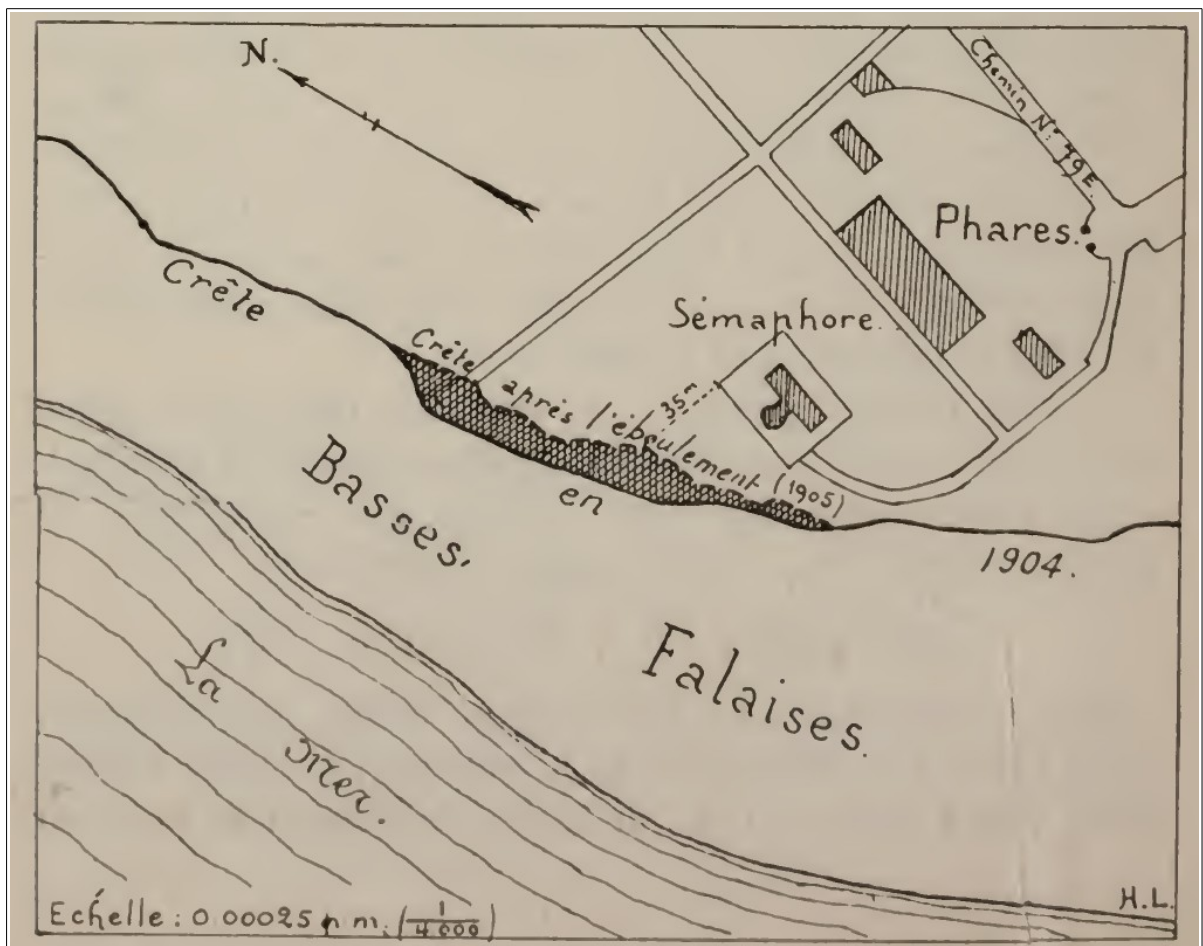


Figure 13: plan d'un éboulement survenu en 1905 (Bulletin de la Société Géologique Normande 1905)

## b. Facteurs d'apparitions

Les éboulements rocheux sont les résultats de la dégradation progressive d'une falaise sous l'action des agents d'érosion. Certains volumes rocheux, prédécoupés par des systèmes de discontinuités naturelles, sont ainsi amenés dans un état d'équilibre limite.

La survenance de ces phénomènes dits « instabilités rocheuses », est liée à la concomitance de plusieurs facteurs déclenchant :

1. Le **facteur principal** est lié à l'existence même d'un massif rocheux présentant une paroi verticale ou quasi-verticale à l'air libre et à sa nature. Ce massif est parcouru de grands plans de discontinuités liés : à sa lithologie, à la décompression naturelle du front et aux contraintes tectoniques qu'il a subi dans le temps. La fréquence et l'orientation de ces plans de discontinuités déterminent la capacité du front rocheux à générer des masses instables et leur volume.

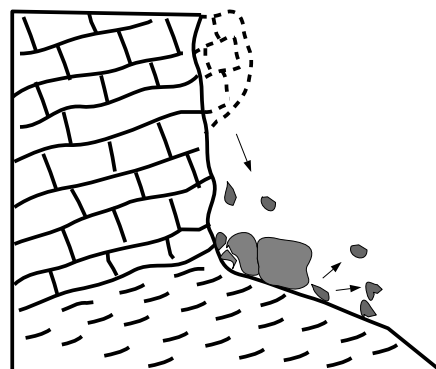


Figure 14: Basculement de rebord de falaise rocheuse par élargissement de la fracturation (d'après Flageollet, 1989, Duperré 1995)

2. Des **facteurs secondaires** viennent s'ajouter pour favoriser ou accélérer les déstabilisations de ces masses rocheuses :
- pressions hydrostatiques dues à la pluviométrie (ou à la fonte des neiges en région montagneuse) ;
  - les périodes de forte sécheresse
  - l'alternance gel/dégel ;
  - la végétation ;
  - l'érosion du pied du front rocheux,
  - les vibrations sismiques (pour les zones où la sismicité est marquée).

**Tous les facteurs (principaux et secondaires) sont considérés comme déclenchant et/ou accélérateur des instabilités sur les fronts rocheux.**

### III. Recul du trait de cote

#### a. Définition

Selon le guide méthodologique (ref[2]) le recul du trait de côte correspond au déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental.

Pour les côtes à falaises, ce recul s'effectue sur des périodes longues (plusieurs dizaines d'années) et correspond à une évolution sur le long terme du trait de côte (tendance à l'érosion). Néanmoins on peut estimer que ce recul se manifeste de manière discontinue dans le temps et ponctuellement dans l'espace. En effet, les mécanismes mis en œuvre correspondent principalement aux phénomènes d'éboulements décrits précédemment , à savoir des mouvements «rapides, discontinus et brutaux» (Figure 15 et Figure 16).

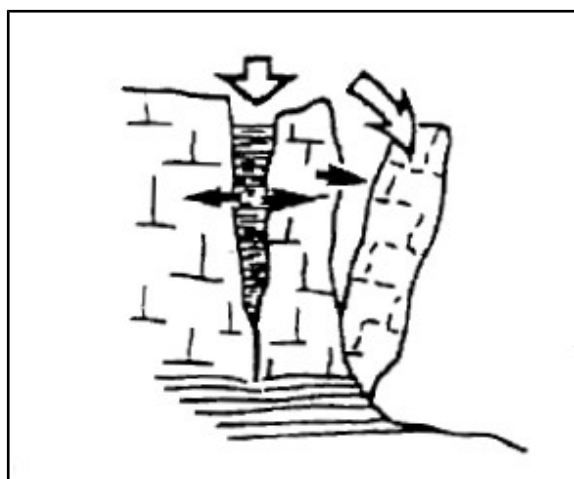
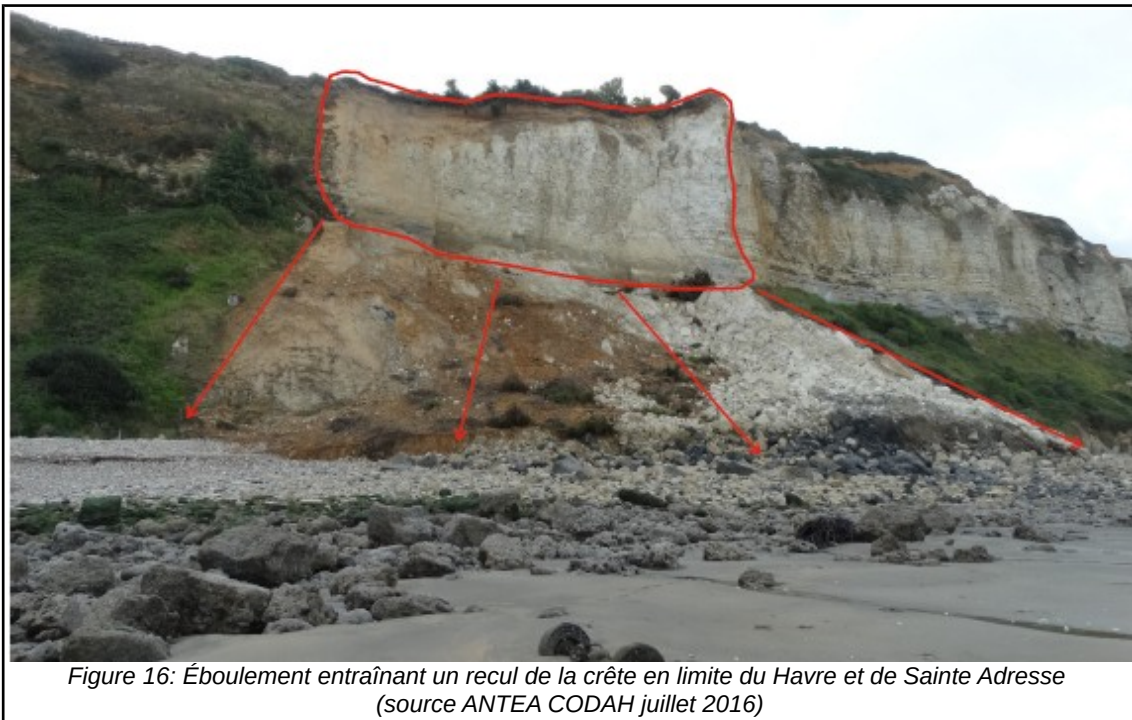


Figure 15: Basculement de rebord de falaise rocheuse par élargissement de la fracturation (d'après Flageollet, 1989, Duperret 1995)





**Dans le secteur d'étude du PPR, le phénomène recul du trait de côte concerne la falaise située sur la façade littorale située à l'ouest de la commune.**

### **b. Mécanisme**

Les facteurs mis en jeu sont à la fois continentaux (ruissellement, gel / dégel,...) et marins (actions directes de la mer en pied de falaise).

Le recul est lié :

- à la géométrie de la bordure littorale (hauteur, pente,...)
- à la nature et la fracturation des matériaux (bancs durs, matériaux plus tendres, orientation des discontinuités,...)
- à « l'âge de la falaise » vis à vis des processus d'érosion (Figure 17),
- à la présence ou non de protection en pied (éboulis, cordon de galet...Figure 18).

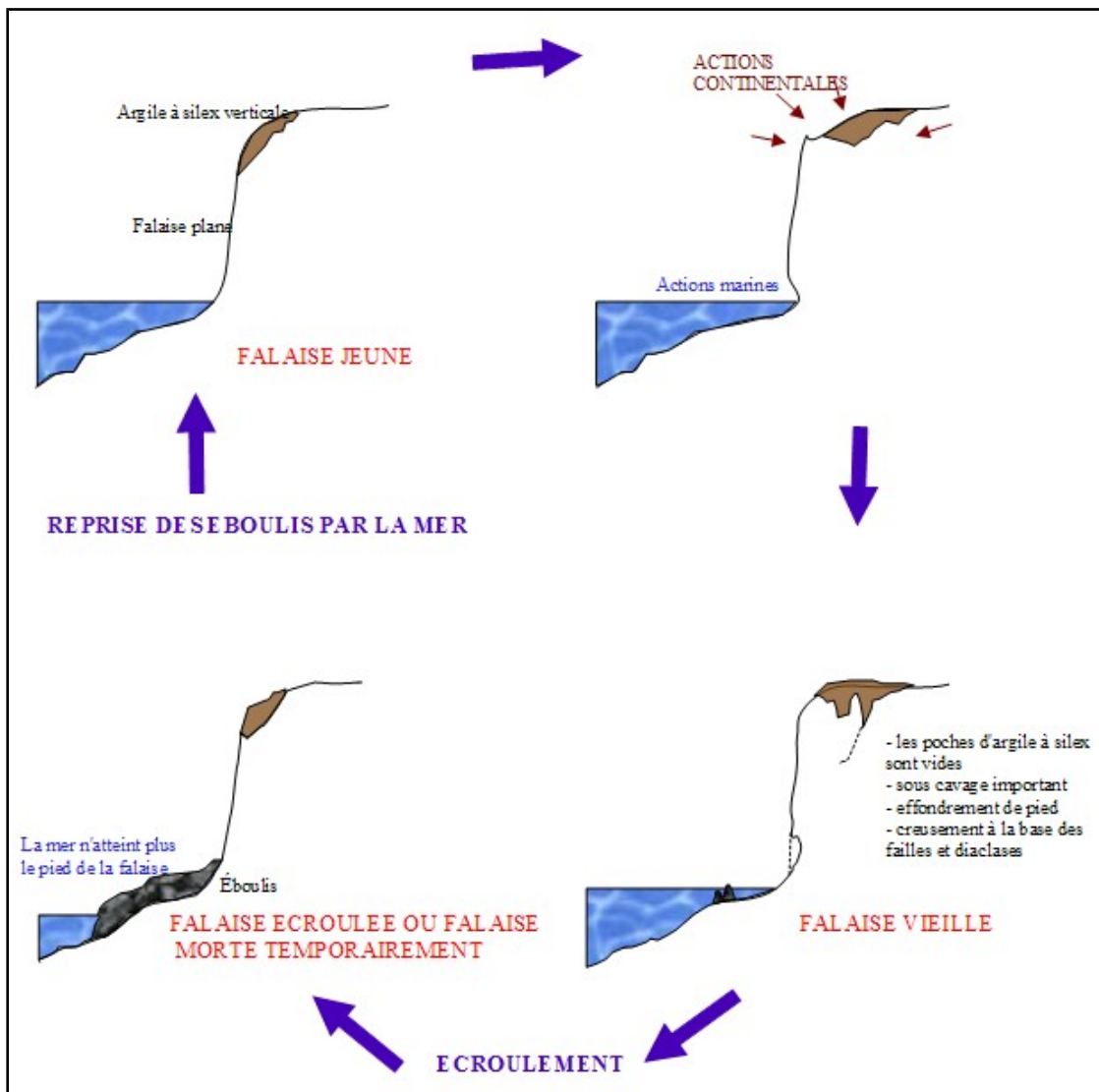


Figure 17: cycle d'évolution simplifié d'une falaise (d'après CETE 1980)

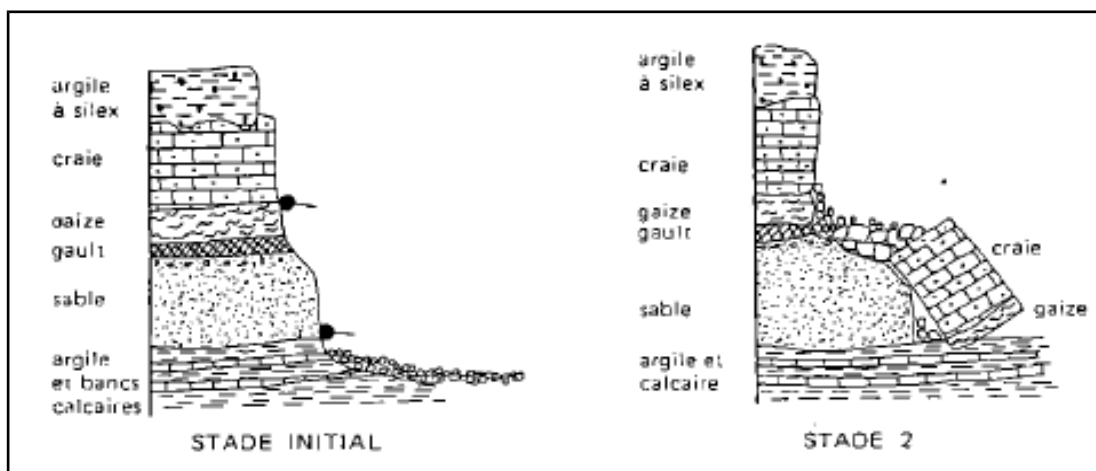


Figure 18: Mécanisme de formation des basses falaises (CETE Normandie Centre – LRPC de Rouen -affaire 2211 - 1998)

## C. Méthodologie

L'élaboration d'un PPR<sup>i</sup> comporte quatre étapes principales qui se traduisent par la réalisation de plusieurs cartes techniques et d'une carte réglementaire :

- une carte informative des phénomènes naturels ;
- une carte des aléas ;
- une carte des enjeux ;
- et un plan de zonage du PPR (carte réglementaire).

Toutes ces étapes et cartographies associées doivent répondre à un cadre réglementaire et à une méthodologie bien précise. Le guide général Plan de prévention des risques naturels et le guide méthodologique plan de prévention des risques naturels, risques mouvements de terrain, édités par le ministère de l'Environnement, ont servi de support à la réalisation de ce PPR.

### I. La carte informative des phénomènes naturels

Elle a pour objectifs :

- l'information et la sensibilisation des élus et de la population aux phénomènes auxquels ils sont potentiellement exposés,
- le maintien de la mémoire collective des événements passés.

Cette cartographie est établie sur un fond de plan (SCAN 25® - © IGN Paris) au 1/10 000.

Elle localise tous les phénomènes naturels historiques significatifs recueillis sur l'ensemble du périmètre d'étude.

Cette cartographie est le résultat de :

- la collecte la plus exhaustive possible de toutes les informations disponibles, (archives, études, coupures de presse, cartes, photographies aériennes, témoignage oraux, observations de terrain...)
- leur analyse.



Illustration 1: Extrait de la carte des phénomènes historiques (SCAN 25© - © IGN Paris – Reproduction interdite)

Le tableau récapitulatif page suivante liste les principaux événements identifiés et pris en compte lors la réalisation de la cartographie des phénomènes.

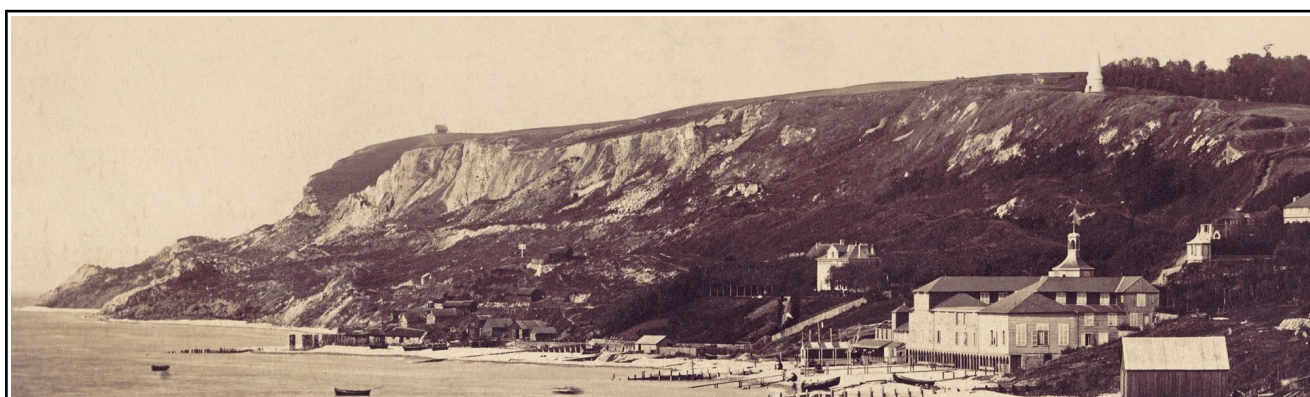


Illustration 2: vue du Nice Havrais avant son aménagement (Legray - 1856)

Secteurs	Événements connus
Mal localisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>11 janvier 1830</b> »formidable effondrement qui formait une sorte de barrage en mer » (Frissard – Bulletin de la Société Géologique de Normandie 1904),</li> <li>▪ <b>4 décembre 1841</b> : mouvement d'affaissement général suivi de plusieurs éboulements (Lesueur),</li> <li>▪ <b>3 septembre 1842</b> : « la falaise s'écroulait dans la mer avec un fracas épouvantable, sur une longueur de plus de 2km et de largeur 30m »,</li> <li>▪ <b>18 et 19 février 1881</b> : « une brèche de 200m de long sur une largeur de 10 à 15m (en sommet de falaise »... »(LENNIER)</li> <li>▪</li> </ul>
Cap de la Hève	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>14 juin 1860</b> : Toute la partie connue sous le nom des Basses Falaises glissa lentement vers la mer[...] dès le lendemain de grandes fissures qui avaient été remarquée sur le haut de la falaise s'élargirent et plus de 40 000m3 de rochers roulèrent bientôt comme une avalanche jusqu'au bord de mer... »(LENNIER – Bulletin de la Société Géologique Normande 1881)</li> <li>▪ <b>30 juin 1866</b> : « Les Basses Falaises en mouvement depuis près de 2 mois commencèrent à descendre vers la mer [...]Le lendemain, [...] une partie considérable de la falaise s'éboulait avec un bruit considérable [...]° En cet endroit, le talus d'éboulement avait à peu près 200m de largeur... » (LENNIER – Bulletin de la Société Géologique Normande 1881)</li> <li>▪ <b>7 septembre 1895</b> : éboulement de la Hève,</li> <li>▪ <b>7 septembre 1905</b> : éboulement de falaise sous le sémaphore à proximité du Cap de la Hève, largeur 20m au sommet, longueur 160m (Figure 13: plan d'un éboulement survenu en 1905 (Bulletin de la Société Géologique Normande 1905))</li> <li>▪ <b>9 janvier 1998</b> : glissement éboulement de falaise (« Le Havre libre » 12 janvier 1998 cité par Boudesseul 2002)</li> <li>▪ <b>2001</b> : éboulement dans le secteur du Bout du Monde (affaire CETE 6479).</li> </ul>
Nice Havrais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>24 février et 1 er mars 1881</b> : « Au delà du pavillon de la Reine Christine [...] Une fente d'une étendue considérable s'est produite, elle traverse la route qu'elle a coupé par une véritable marche que les cantonniers aplanissent chaque matin. » (LENNIER),</li> <li>▪ <b>1905</b> : aménagement complet de la zone par Dufayel, les terrains semblent stabilisés, mais en 1926-1927, deux chemins sont interdits en arrière de l'immeuble Dufayel, et des déformations ont signalées à la même période rue du Beau Panorama, rue Gustave Lennier et rue du Roi Albert,</li> <li>▪ <b>1940-1944</b> : la guerre endommage le site (surcharge, vibration, rupture de canalisations d'eau....)</li> <li>▪ <b>1944</b> : les premiers glissements importants apparaissent, classés en trois zones A1 (septembre 1944), A2 (mouvement en 1944 -45 et 1947-48), B (mouvement en 1947 et tassement en 1948),</li> <li>▪ Plusieurs mouvements sont signalés en 1948, 1949, 1950, 1952,....</li> <li>▪ Depuis cette époque, les mouvements sont faibles mais quasi-permanents</li> <li>▪ <b>2001</b> Eboulement 17 rue Alexandre Lessueur (courrier Mairie avis CETE)</li> <li>▪ <b>2002</b> Éboulement rue 16-18 Felix Faure (affaire CETE 6479)</li> </ul>

La cartographie informative (ci-après) fait aussi apparaître les points ayant fait l'objet de constats sur le terrain ou de remarques de la part d'habitants rencontrés au cours de l'étude.

Le tableau ci-dessous liste ces points.

numéro	secteur	description	commentaires
0	Vallon	Circulation d'eau d'après riverains	Ne concerne pas directement le PPR MVT
1	Vallon	Circulation d'eau d'après riverains	Ne concerne pas directement le PPR MVT
2	Vallon	Circulation d'eau d'après riverains	Ne concerne pas directement le PPR MVT
3	Vallon	Circulation d'eau d'après riverains	Ne concerne pas directement le PPR MVT
4	Immeuble Dufayel	Circulation d'eau (galerie) et fissuration (terrain et riverain)	
5	Nice Havrais	Fissuration au niveau de la route	
6	Nice Havrais	Forte pente, arbres penchés	Mouvement superficiel
7	Nice Havrais	Flache au niveau de la route	



## II. La carte des aléas

### a. Principes généraux

La carte des aléas<sup>ii</sup> localise et hiérarchise les zones exposées à des phénomènes naturels. Elle classe les aléas en plusieurs niveaux (fort, moyen, faible) en tenant compte de :

- la nature des phénomènes potentiels,
- leurs probabilités d'occurrence centennale,
- leurs intensités.

Pour le PPR de Sainte Adresse, l'échelle de travail pour le rendu cartographique 1/5000 a été retenue afin d'être le plus en adéquation entre l'échelle « théorique » d'un PPR et l'occupation du territoire. Le fond de plan utilisé pour la cartographie des aléas est la BD Parcellaire de l'IGN.

*« On utilisera généralement le fond topographique de l'IGN du 1/25 000 agrandi au 1/10 000. En présence de forts enjeux ou si la précision de l'étude et l'importance des données exploitables le permettent, il est possible de cartographier les aléas sur un plan à l'échelle du 1/5 000 »*

Extrait du guide méthodologique « Plan de Prévention des Risques Naturels – Risques Mouvements de terrain »

La cartographie est réalisée sans tenir compte de la présence d'enjeux<sup>iii</sup>... De même, les travaux et ouvrages de confortement ne sont pas pris en compte dans l'établissement de cette carte.

*« l'aléa devra être délimité sans tenir compte d'ouvrage de protection »*

Extrait du guide méthodologique « Plan de Prévention des Risques Naturels – Risques Mouvements de terrain »

La réalisation de cette carte requiert des compétences particulières. Les spécialistes qui en sont chargés doivent l'établir sans engager d'études techniques particulières (forages, mesures géophysiques...) mais en utilisant l'ensemble des données disponibles dans le périmètre d'études (rapport d'études, cartes, photo aérienne, observations de terrain, modèle numérique de terrain ...) en intégrant une marge d'incertitude liée à l'échelle de travail et au caractère naturel des phénomènes étudiés.



## b. Qualification de l'aléa

Dans le cadre du PPR mouvements de terrain de Sainte Adresse, l'aléa est défini par :

- une nature,
- et un niveau.

### 1) La nature des phénomènes

Les phénomènes naturels pris en compte dans le cadre de ce PPR sont :

- les glissements de terrain, fluage et coulées de boue associées, désignés par la lettre **G**
- les chutes de pierres, chutes de blocs et éboulement rocheux, regroupés sous la lettre **B**
- le recul du trait de cote désignés par la lettre **R**.

### 2) La classe de niveau

Le niveau de l'aléa se décline d'élevé à faible (voire nul) au regard de l'intensité<sup>iv</sup> du phénomène potentiel (volumes potentiellement instables) et de sa probabilité d'occurrence<sup>v</sup> centennale.

Un aléa de référence<sup>vi</sup> est défini pour chaque type de phénomène. Il s'agit soit du plus grand événement historique connu dans le périmètre d'étude, soit du plus grand phénomène redouté.

### ***i. Qualification et cartographie de l'aléa glissements de terrain, fluage et coulées de boue associées (G)***

Il existe principalement un type de glissement sur le périmètre d'étude. Il s'agit d'un grand glissement actif impactant le Nice Havrais (localisation ci-dessous).



Figure 19: zonage des glissements actifs connus (source Sinelle et Blivet)

Localement des traces de glissements superficiels ont été observées. Ces glissements peuvent être vraisemblablement plus ou moins hybrides (glissement superficiel, coulée boueuse) ou liés à la vidange de poche argileuse. Ce type de manifestation se localise lui aussi au niveau du Nice havrais et des falaises (vidange de poches argileuses ou limoneuses).

**L'aléa de référence pour les phénomènes glissements de terrain, fluage et coulées de boue associées a été fixé en se basant sur les événements qui ont affecté le glissement principal du Nice havrais entre 1944 et 1950.**

Pour chaque lieu du périmètre d'étude, l'expert définit les caractéristiques du site en étudiant et analysant les cartes de pente (modélisation à partir de données litto3D), les cartes géologiques et les observations de terrain qu'il aura effectuées.

Par analogie avec les caractéristiques des sites d'événements historiques connus, il identifie les mouvements susceptibles de se produire. Ainsi une zone présentant une pente relativement forte et des formations géologiques à prédispositions au glissement sera identifiée comme potentiellement instable.

L'intensité de ce phénomène potentiel est alors définie, en fonction :

- du volume de terrain potentiellement instable, et de son impact sur les constructions (agressivité),
- ou par analogie avec un événement historique survenu dans un contexte similaire.

Pour Sainte Adresse, il a été retenu le critère d'agressivité vis à vis des constructions pour définir les niveaux d'intensité (tableau ci dessous).

Niveau d'intensité (agressivité)	Type de dommage attendu
faible	Gros œuvre très peu touché (glissement pelliculaire...)
moyen	Gros œuvre atteint mais réparation possible (fissuration suite à un glissement limité....)
élevé	Gros œuvre fortement touché (voire destruction totale) rendant inutilisable la construction et techniquement et ou économiquement irréparable

**La probabilité d'occurrence centennale** de chaque phénomène est déterminée selon les règles suivantes.

Peu probable	La non occurrence du phénomène est plus envisageable que son occurrence. Ou la non-occurrence du phénomène est normale. Son occurrence serait exceptionnelle.
Probable	L'occurrence du phénomène est équivalente à sa non occurrence
Très probable	L'occurrence du phénomène est plus envisageable que sa non-occurrence. Ou l'occurrence du phénomène est normale. Sa non-occurrence serait exceptionnelle.

Le croisement de ces deux informations permet de définir le niveau de l'aléa selon le tableau suivant :

<b>Intensité</b>	<b>faible</b>	<b>moyen</b>	<b>fort</b>
Agressivité	gros œuvre très peu touché (V<10m3)	gros œuvre atteint réparation possible (10<V<100m3)	gros œuvre fortement touché – inutilisable (V>100m3)
<b>Occurrence</b>			
<b>peu probable</b>	f G1	f G1	m G2
<b>probable</b>	f G1	m G2	e G3
<b>très probable</b>	m G2	e G3	e G3

*Tableau 1: Qualification de l'aléa Glissement*

Une fois le niveau d'aléa déterminée, chaque zone d'instabilité potentielle doit être représentée sur une carte. Les règles de cartographie de l'aléa **G** sont définies selon les types de phénomènes potentiels et peuvent être modifiées à dire d'expert à partir des

observations faites sur le terrain et de l'utilisation de modèle numérique de terrain (analyse des pentes).

Les zones d'aléa **G3** cartographiées représentent :

- les zones actives du grand glissement du Nice Havrais dont les volumes potentiellement instables correspondent à une intensité forte d'occurrence très probable (**G3**),
- les zones de recul estimé à 100 ans de ce grand glissement et son extension probable vers l'Ouest : les volumes potentiellement instables correspondent à une intensité forte d'occurrence probable (**G3**).

Les zones d'aléa **G2** correspondent à :

- l'ensemble du secteur du Nice Havrais où les pentes sont fortes et où l'extension du grand glissement est actuellement incertaine correspondant donc à un phénomène d'intensité forte mais d'occurrence peu probable,
- la zone d'extension possible en pied de glissement (phénomène d'intensité moyen et d'occurrence probable).

L'ensemble du secteur du Nice Havrais peut aussi être classé en zone G1 pour les glissements superficiels (intensité faible) d'occurrence probable. S'agissant d'un aléa non prépondérant, il n'apparaît pas sur les cartes d'aléas et de zonage.

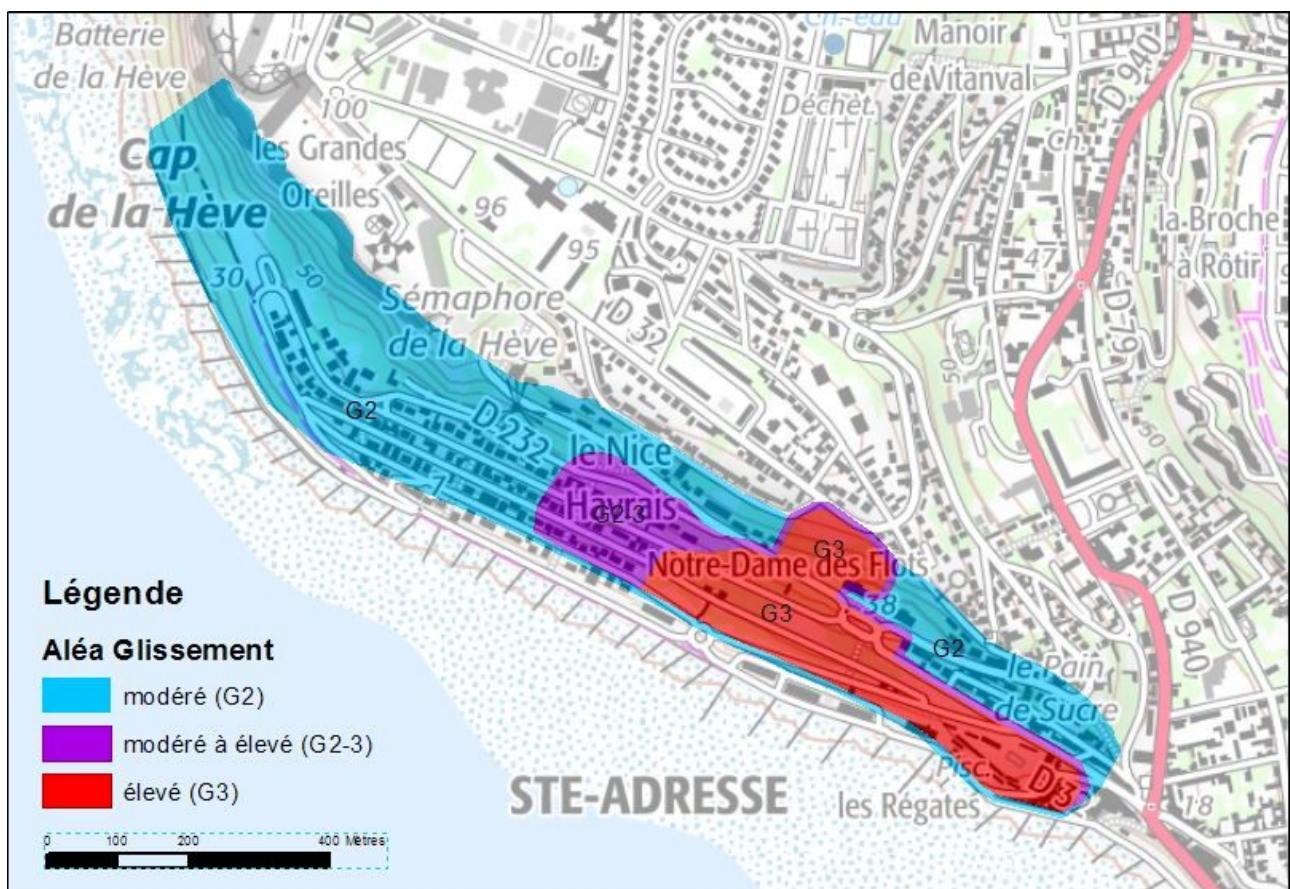


Figure 20: représentation de l'aléa Glissement

## ii. **Qualification et cartographie de l'aléa éboulement rocheux, chute de blocs et de pierres (P)**

Les phénomènes d'éboulement rocheux se produisent le long de falaises rocheuses. Sur le périmètre d'étude, en dehors des falaises littorales, la principale zone concernée par ces phénomènes se situe dans la partie la plus à l'Ouest du Nice Havrais.

Ces éboulements bien qu'affectant les falaises littorales ne sont pas cartographiés sur ces zones où ils se traduisent par le phénomène « recul du trait de cote ».

De la même manière que pour l'aléa glissement de terrain, l'aléa éboulement rocheux, chute de blocs et de pierres est déterminé en fonction de son intensité (volume potentiellement instable) et de sa probabilité d'occurrence à 100 ans.

**L'aléa de référence pour les éboulements rocheux, chute de blocs et de pierres a été fixé comme équivalent aux éboulements rocheux de mars 2001 (plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>, blocs de plusieurs tonnes).**

La détermination de l'aléa éboulement rocheux, repose sur l'analyse des cartes topographiques et géologiques, des études disponibles, ainsi que sur les visites de terrain permettant de localiser les fronts rocheux et d'observer leur état d'altération (niveau de fracturation du massif, végétation...).

**L'intensité** est déterminée en fonction du volume potentiellement instable (observations sur le terrain ou analogie avec des contextes similaires ayant connus des phénomènes d'éboulements rocheux) et de sa dangerosité vis à vis des personnes (gravité).

Le tableau ci-dessous présente les critères de définition de l'intensité de l'aléa éboulement rocheux.

<b>Niveau d'intensité</b>	<b>Préjudices humains (gravité)</b>	<b>Volume mobilisé</b>
faible	Accident isolé	Chutes de pierres isolé ( $V < 1l$ et $V_t < 1m^3$ )
moyen	Quelques victimes	Chutes de blocs ( $1l < V < 1m^3$ t $V_t < 10m^3$ )
fort	Dizaines de victimes	$V_t <$ quelques dizaines de $m^3$

De même que pour les glissements de terrain, la **probabilité d'occurrence centennale** de ce phénomène est déterminée selon les règles suivantes :

<b>Probabilité</b>	<b>Définition</b>
Peu probable	La non occurrence du phénomène est plus envisageable que son occurrence. Ou la non-occurrence du phénomène est normale. Son occurrence serait exceptionnelle.
probable	L'occurrence du phénomène est équivalente à sa non occurrence
Très probable	L'occurrence du phénomène est plus envisageable que sa non-occurrence. Ou l'occurrence du phénomène est normale. Sa non-occurrence serait exceptionnelle.

Le dire d'expert, basé notamment sur les observations faites lors des visites de terrain, les rapports d'études, les compte-rendus du comité de suivi du glissement, les résultats des instrumentations, permet de déterminer la probabilité d'occurrence.

Le croisement de ces deux informations permet de définir le niveau d'aléa pour chaque zone étudiée (selon le tableau suivant).

	<b>faible</b>	<b>moyen</b>	<b>fort</b>
gravité	accident isolé	quelques victimes	dizaines de victimes
volume	Pierres $V < 1l$ $V_t < 1m^3$	Blocs $1l < V < 1m^3$ $V_t < 10m^3$	Chute de blocs $V_t < qq$ dizaines de $m^3$
<b>peu probable</b>	f B1	f B1	m B2
<b>probable</b>	f B1	m B2	e B3
<b>très probable</b>	m B2	e B3	e B3

Tableau 2: Qualification de l'aléa Eboulement Rocheux

La représentation cartographique de l'aléa éboulement rocheux repose sur la détermination d'une limite de propagation potentielle (ou largeur d'épandage) des volumes rocheux à laquelle s'ajoute une distance de recul possible en tête du front rocheux lors de la survenance du phénomène (Figure 21).

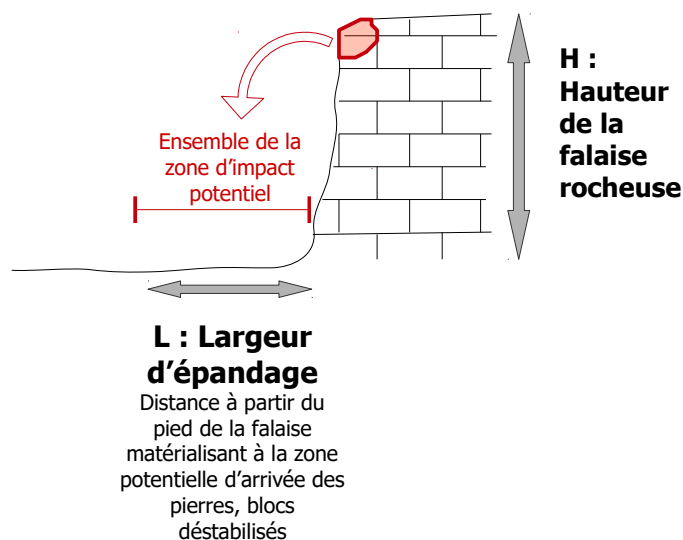


Figure 21: Illustration d'une chute de bloc et du lexique associé

La limite de propagation est la distance maximale estimée jusqu'à laquelle la masse rocheuse va pouvoir s'épandre.

Pour l'ensemble des phénomènes, la limite de propagation a été estimée « à dire d'expert » :

- en déterminant le mécanisme de rupture probable,

- sur la base des observations de terrain (topographie du site, orientation de la fracturation du massif...) et des cartes de pentes,
- en analysant les rapports d'études disponibles au niveau du site.

Sur la commune de Sainte Adresse, le niveau d'aléa B3 a été cartographié sur l'ensemble de la zone à falaise située à l'extrémité Ouest du Nice Havrais. En effet, les phénomènes observables sur ce secteur sont d'intensité moyenne à forte et probable à très probable. Le niveau d'aléa B2 a été retenu pour le possible recul en tête de falaise sur ce même secteur (intensité moyenne pour un phénomène probable).

Pour rappel, la présence de bâtiments ou d'ouvrages de protection (ancrage, merlon...) n'a pas été prise en compte pour la réalisation de cette cartographie.

### **iii. Qualification et cartographie de l'aléa recul du trait de côte**

Dans le cadre d'un PPR, le recul du trait de côte peut se définir comme une tendance à l'érosion observable à long terme (plusieurs décennie).

Une côte à falaise ne peut que reculer mais son évolution peut être très variable dans le temps, liée à :

- un phénomène régressif à long terme lié à des phénomènes plutôt lents et diffus (écaillage de la paroi, chute de petits blocs,...),
- des éboulements majeurs localisés et brutaux (éboulement en masse).

L'évolution à long terme peut s'évaluer par l'analyse des tendances passées et la détermination d'un taux moyen annuel de recul (exprimé en mètre par an). Les caractéristiques de l'évènement majeur sont, elles, issues d'une approche historique.

Le recul du trait de côte sera donc défini comme la somme du taux de recul annuel multiplié par 100 ans et du recul « instantané » de l'évènement majeur :

$$L_r = 100T_x + L_{max}$$

avec  $L_r$  la largeur de la zone d'aléa à 100 ans (en m),  $T_x$  le taux de recul annuel (m/an) et  $L_{max}$  la valeur du recul consécutif à évènement brutal majeur (en m).

Le taux de recul annuel a été calculé au niveau national dans le cadre de la détermination de l'indice de l'érosion côtière (Figure 22). Cet indicateur a été calculé, à partir de l'examen d'orthophotographies, sur le recul d'une même limite entre deux dates éloignées de plusieurs décennies.

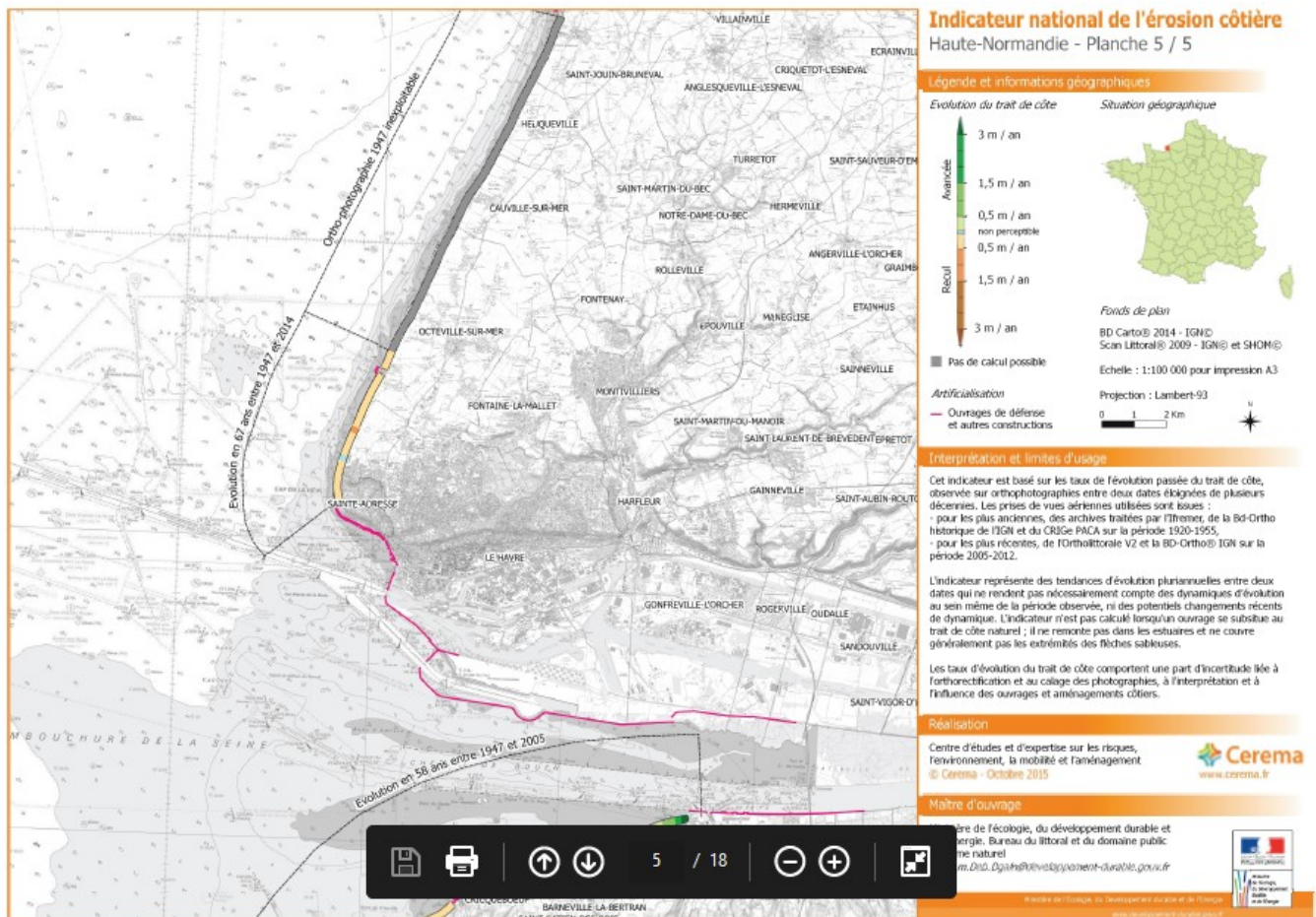


Figure 22: extrait de l'indicateur national de l'érosion côtière

Afin de préciser cet indicateur au niveau départemental et de définir des projections du trait de côte à 20, 50 et 100 ans, une étude spécifique a été réalisée sur la Seine Maritime (Figure 23). La méthode mise en œuvre a reposé sur :

- un découpage par casiers de 50m,
- le calcul par surface perdue et par distance maximale,
- la prise en compte des évènements majeurs locaux.

Les taux de recul retenus pour l'élaboration du PPR ont été définis dans le cadre de cette étude départementale. Ces taux sont de l'ordre de 0,15 à 0,20m/an.

Ces taux sont conformes aux valeurs obtenues dans le cadre d'études précédentes sur le littoral seino-marin.

L'évènement brutal majeur est issu de la bibliographie réalisée dans le cadre de cette même étude, où il a été recherché des évènements par zone homogène. Sur le secteur de Sainte Adresse, cet évènement correspond à un glissement de mai 1983 ayant entraîné un recul de 30m.



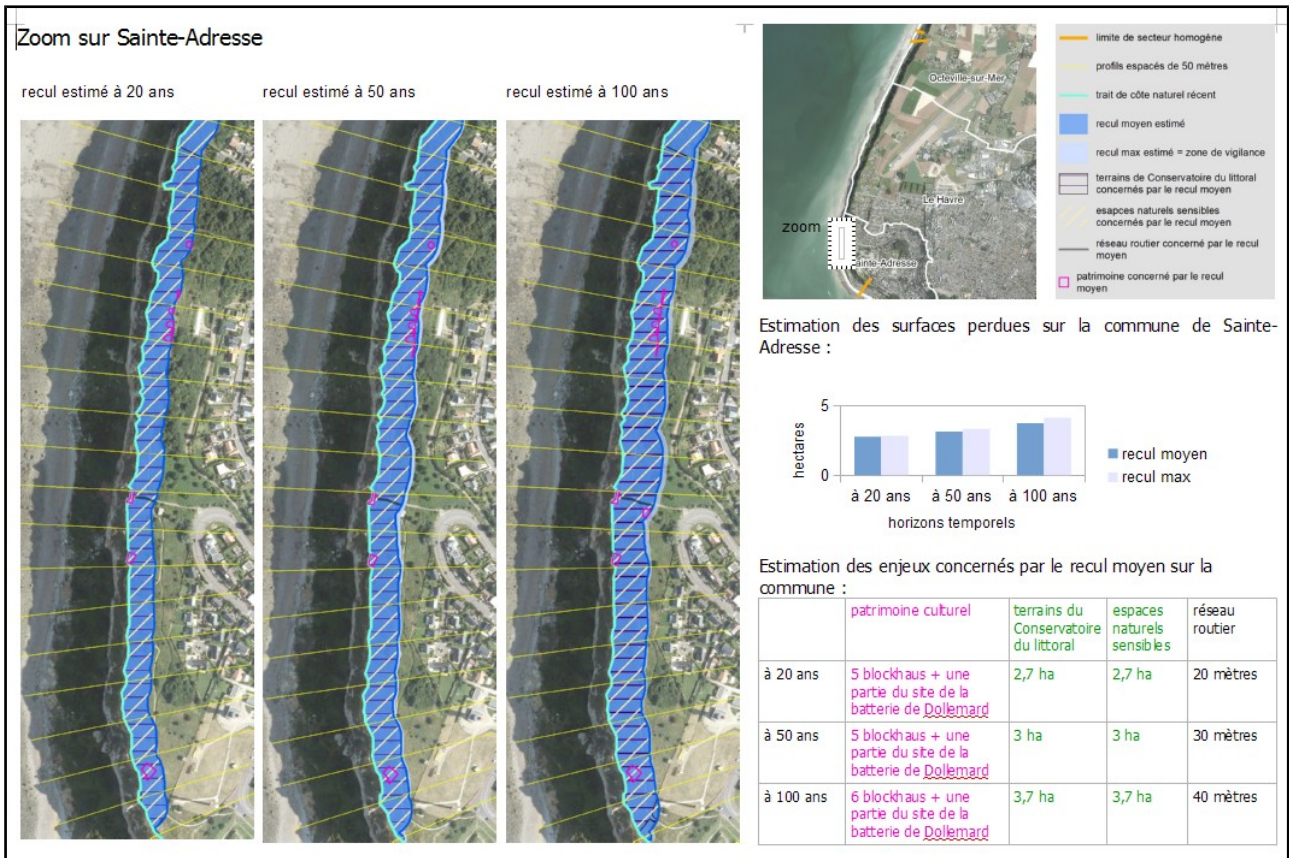


Figure 23: extrait de l'étude trait de cote 76

La largeur de la zone d'aléa à 100 ans est donc en moyenne de 50m sur le territoire de la commune de Sainte Adresse impacté par le recul du trait de côte.

- i **PPR** : Plan de Prévention des Risques
- ii **Aléa** : il est la manifestation d'un phénomène naturel (inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones). Il est habituellement caractérisé par une probabilité d'occurrence et une intensité donnée.
- iii **Enjeux** : Personnes, biens, activités, moyens, infrastructures, patrimoine... susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.
- iv **Intensité d'un phénomène** : Expression d'un phénomène, évaluée ou mesuré par ces paramètres physiques
- v **Probabilité d'occurrence d'un phénomène** : Probabilité de survenance du phénomène dans un délais de temps donné.
- vi **Aléa de référence** : Phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée servant de référence pour définir la réglementation du PPRN.